

# Teknosia



**Jurnal Ilmiah Bidang Sains - Teknologi  
Murni Disiplin dan Antar Disiplin**

ISSN No. : 1978 - 8819

**Vol. I, No. 11, Tahun VII, Maret 2013**

- **Sistem Pakar untuk Diagnosa Penyakit Tulang pada Manusia Menggunakan Metode Dempster-Shafer Berbasis WAP dengan WML dan PHP** 1  
Oleh Desi Andreswari, Rusdi Efendi dan Novi Yarni, Teknik Informatika, UNIB

---

- **Analisis Kekuatan Sambungan Las dengan Variasi Jenis Elektroda dan Kampuh Las** 10  
Oleh Goklas Niroha Sianturi, Hendra, dan Zuliantoni, Teknik Mesin UNIB

---

- **Perancangan Prototype Robot Forklift Otomatis** 22  
Oleh Deko Hendriko, Zuliantoni, dan Nurul Iman Supardi, Teknik Mesin UNIB

---

- **Robot Forklift Berpengendali Infra Red (Ir) Remote Control** 32  
Oleh Agung Pranatha, Zuliantoni, dan Nurul Iman Supardi, Teknik Mesin UNIB

---

- **Perancangan dan Pembuatan Ulang Roda Gigi Mesin Bubut Tipe Golden Dragon Menggunakan Mesin Perkakas (Milling)** 41  
Oleh Lambok B.A. Tampubolon, Hendra, dan Zuliantoni, Teknik Mesin UNIB

---

- **Analisa Rugi-Rugi Aliran Instalasi Pipa Dan Pompa Reciprocating Di Pt. Pertamina Ep-Region Area Prabumulih Propinsi Sumatera Selatan** 50  
Oleh Angky Puspawan, Teknik Mesin UNIB

---

- **Analisis Curah Hujan pada DAS Air Kungkai Kabupaten Seluma** 63  
Oleh Boing Hamka, Khairul Amri, dan Muhammad Fauzi, Teknik SIPIL UNIB

**Diterbitkan Oleh :**

Fakultas Teknik - Universitas Bengkulu, Jalan Raya Kandang Limun Bengkulu 38123

Telp. : (0736) 21170, 344067 Fax. : (0736) 22105 E-mail: teknosia@yahoo.com

# **ROBOT FORKLIFT BERPENGENDALI INFRA RED (IR) REMOTE CONTROL**

**Agung Pranatha, Zuliantoni, dan Nurul Iman Supardi**

Program Studi Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Bengkulu

Jln. Raya Kandang limun Bengkulu 38371A

Email : pranatha\_agung@yahoo.co.id

## **ABSTRACT**

Robot is a mechanical tool that can do physical task, with use control and supervising of human, or use the program which has been defined before it (artificial intelligent). By that knowledge, this research makes a model of forklift robot that have same function with forklift heavy tool, where in forklift heavy tool is still controlled manually by operator in that tool. Whereas in this research, forklift robot is controlled by long distance infra red remote control. This research uses Basic Stamp 2 IC as brain of all control or usually called Microcontroller, whereas controller remote uses universal tv remote. Observation is set to see the effect of remote pulse with receiving signal and how Pulse Width Modulation (PWM) effect with robot mobility. From the observation, it is known that not all kind of remote have good pulse out value, as at Mitochiba tv remote and Toshiba almost doesn't have significant value at every bit, namely more less 300. Whereas as Sony tv remote has significant value at every bit, namely more less 300-600. For examination at mobility of robot with adjust PWM value so that can suit with heavy and robot design it self. From observation, it is known that pulse out value of remote can result change of intensitas value at every bit in outdoor, and will cause IR detector can't give analog signal perfectly. So, for outdoor, the maximum range of IR remote transmission 15 m and 21 m for indoor. Whereas, the maximum capacity of lift load is 2.5 Kg.

*Keywords : IR remote, Basic Stamp2, Pulse, PWM, Performance of robot*

## **1. PENDAHULUAN**

Munculnya sensor – sensor yang semakin canggih dunia elektronika saat ini dapat menunjang manusia untuk membuat *software*. Manusia diharapkan dapat membuat *software* yang bisa digunakan untuk menunjang *hardware* – *hardware* untuk menjadi suatu sistem yang sangat canggih dan tentunya akan sangat berguna untuk mempermudah pekerjaan manusia. Berdasarkan hal tersebut di atas, penulis mencoba untuk merancang sebuah robot untuk mengangkat dan memindahkan barang dengan perpaduan antara *hardware* (sensor-sensor) dan *software*. Hal ini difungsikan agar robot ini dapat berjalan

mengantarkan suatu barang sesuai dengan yang penulis harapkan. Dalam pemindahan tersebut robot berjalan dengan cara dikendalikan oleh *Infra Red (IR) remote control*, sehingga robot tersebut dapat terus berjalan menuju objek sasaran.

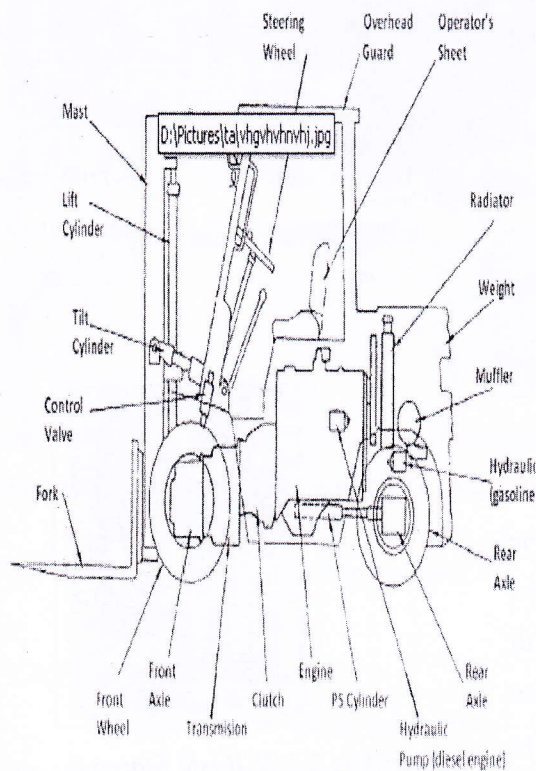
## **2. TEORI**

### **2.1 Alat Berat Forklift**

*Forklift* merupakan kekuatan dari perindustrian yang berfungsi sebagai alat pemindah, karena biasanya dipakai untuk memindahkan barang dari suatu tempat ke tempat lain, dengan jarak pendek dan ketinggian tertentu. *Forklift* banyak digunakan di industri, karena dapat



memindahkan barang yang sangat berat ke arah vertikal dan horizontal.

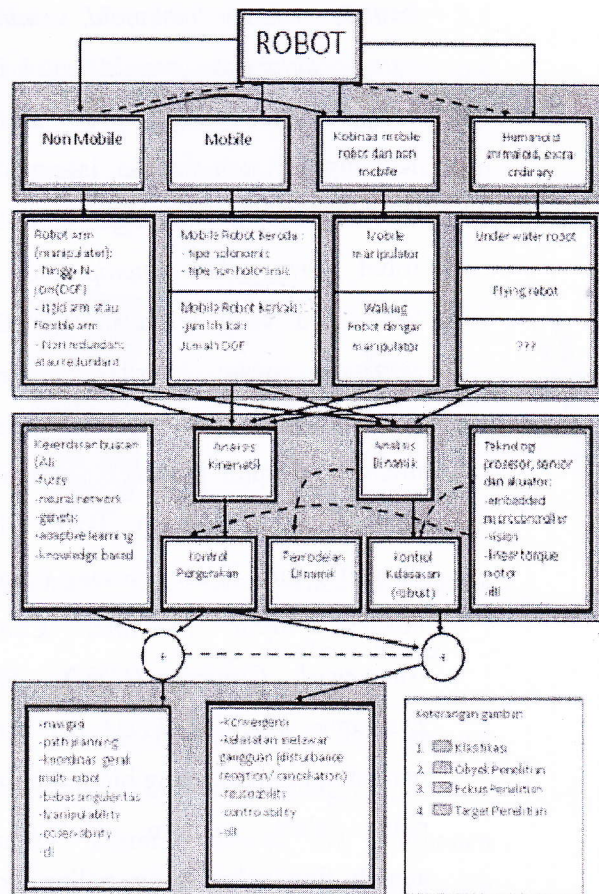


Gambar 2.1 Letak komponen forklift

## 2.2 Robotika

Ilmu dasar biasanya berkembang dari suatu hipotesis yang kemudian diteliti secara metodis. Sedangkan ilmu robotik lebih sering berkembang melalui pendekatan praktis pada awalnya. Kemudian melalui suatu pendekatan dari hasil pengamatan perilaku makhluk hidup atau benda bergerak lainnya dikembangkan penelitian secara teoritis.

Berdasarkan ilustrasi penelitian dalam domain robotik, secara garis besar penelitian dibidang robotik dapat dilakukan dengan memilih tema berdasarkan alur dalam 4 tahapan, yaitu klasifikasi, obyek penelitian, fokus penelitian dan target penelitian.



Gambar 2.2 Ilustrasi penelitian dalam domain robotik

Dari blok klasifikasi, struktur robot dapat diketahui berada dalam kelompok mana. Pada dasarnya dilihat dari struktur dan fungsi fisiknya robot terdiri dari dua bagian, yaitu *non-mobile robot* dan *mobile robot*. Kombinasi keduanya dapat menghasilkan kelompok kombinasi konvensional (*mobile* dan *non-mobile*) dan kelompok non-konvensional. Kelompok konvensional meliputi robot yang memiliki nama-nama yang sudah umum, seperti *mobilemanipulator*, *climbing robot*, *walking robot* dan nama-nama yang lain yang sudah populer. Sedangkan kelompok non-konvensional dapat



berupa robot *humanoid*, *animaloid*, *extra-ordinary* atau segala bentuk inovasi penyerupaan yang bisa dilakukan. Kelompok *non-mobile* yang sering disebut sebagai “keluarga robot” dalam robot *arm* atau *manipulator* saja. Sementara yang lebih mudah dikenali sebagai mesin cerdas (*intelligent machine*) yang tidak selalu tampak memiliki bagian tangan, kaki atau roda untuk bergerak lebih lazim disebut dengan nama khusus sesuai fungsinya, misal *drilling machine*, *Computer Numerical Control (CNC)*, *Electric Discharge Machine (EDM)* dan berbagai peralatan otomatis yang biasa dijumpai di pabrik-pabrik modern. *Mobile robot* adalah tipe robot yang paling populer dalam penelitian robotik. Sebutan ini biasa digunakan sebagai kata kunci utama untuk mencari referensi yang berkaitan dengan robotik di internet. Dari segi manfaat, penelitian tentang berbagai tipe *mobile robot* diharapkan dapat membantu manusia dalam melakukan otomatisasi dalam transportasi, *platform* bergerak untuk robot industri, eksplorasi tanpa awak dan masih banyak lagi.

## 2.3 Sistem Mikrokontroler

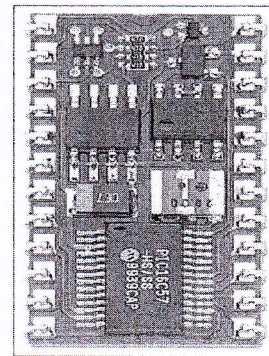
### 2.3.1 Basic Stamp

*Basic Stamp* adalah mikrokontroler yang dikembangkan oleh *Parallax Inc* yang diprogram menggunakan format bahasa pemrograman *Basic*.

## Spesifikasi Teknis *BASIC Stamp*

### 2Module:

|                                |                                   |
|--------------------------------|-----------------------------------|
| - Basis Mikrokontroler         | : PIC16C57                        |
| - Frekuensi Clock              | : 20 MHz                          |
| - Kecepatan Eksekusi           | : 4000 instruksi/detik            |
| - EEPROM - (Kapasitas Program) | : 2 KBytes ( $\pm$ 500 instruksi) |
| - RAM Variable)                | : 32 Bytes (6 I/O, 26)            |
| - Input/Output                 | : 16                              |
| - Tegangan Supply Current      | : 5-12VDC-Output                  |
| - (Source/Sink)                | : 20 mA/25 mA                     |
| - PC Interface                 | : Serial Port                     |
| - Package                      | : 24-Pin DIP Module               |

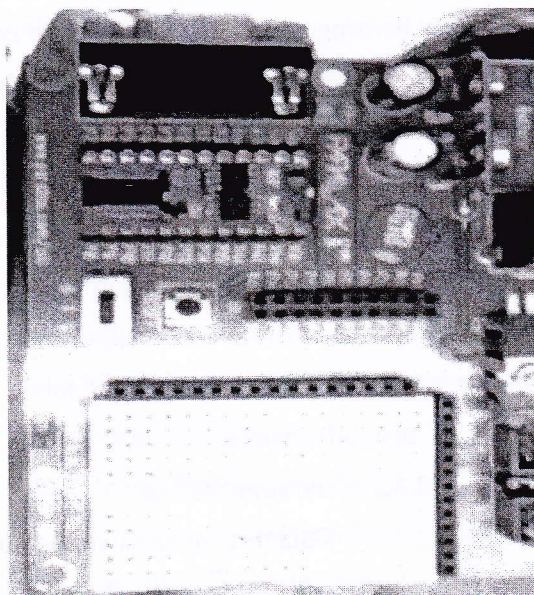


Gambar 2.3 IC Basic Stamp 2

### 2.3.2 Development Board untuk Basic Stamp2

Beberapa *development board* digunakan untuk *Basic Stamp 2*. Di sini terdapat 4 jenis *development board* tersebut, yaitu : *Basic Stamp 2 Carrier Board (Rev.B)*, *Basic Stamp Super Carrier Board (Rev. A)*, *Board of Education (Rev.B)*, dan *Basic Stamp Activity Board (Rev.C)*. Dan dalam pembuatan robot *forklift* kali ini penulis menggunakan *board* tipe *Board of Education (Rev.B)*, namun yang sudah mengalami pengembangan lagi yaitu *Board of Education (Rev.C)* yang ditunjukkan pada Gambar 2.4.





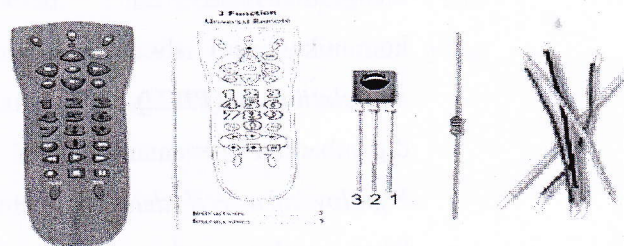
**Gambar 2.4** Board of Education (Rev.C)

## 2.4 Sistem Pengendalian dan Sensor yang digunakan

### 2.4.1 Infra Red Remote

Dengan suatu *universal remote* dan *infrared receiver* dapat ditambahkan suatu *keypad wireless* pada aplikasi *Basic Stamp*. *IR Receiver* tidaklah mahal dan hanya membutuhkan satu *I/O* pin. *Universal remote* juga tidaklah mahal, mudah diperoleh dan digunakan, dan membutuhkan cukup tombol untuk sebagian besar aplikasinya. Bagian dalam *kit* ini berhubungan dengan program yang membuatnya mungkin dimasukkan nilai dan mengontrol proyek dengan cara yang sama mungkin seperti suatu *TV*, *VCR*, atau sistem komponen hiburan lainnya. *IR Remote* dapat menambahkan kegiatan ke dalam proyek robotika. Ketika paket ini disediakan dengan inti sari informasi latar belakang, sirkuit, dan contoh program untuk memulainya, dipelajari sedikit banyak dengan *IR remote* pada

*Robot Boe-bot* standar. Gambar 2.5 menunjukkan komponen-komponen apa saja yang perlu dipersiapkan untuk memulai proyek *IR Remote* ke dalam *Basic Stamp*.



**Gambar 2.5** Komponen-komponen untuk *IR Remote* pada *Basic Stamp*

Dari Gambar 2.5 di atas, terdapat beberapa komponen yang diperlukan untuk memulai proyek ini, komponen tersebut yaitu *universal remote*, *universal remote manual*, *IR detector*, *resistor 220  $\Omega$* , dan kabel *jumper*.

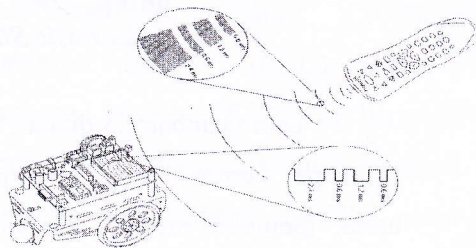
### 2.4.2 Cara Kerja Komunikasi IR

*Universal Remote* mengirim pesan dengan memancarkan *LED IR* pada 38.5 kHz untuk periode singkat dari waktu. Data aktual diisi dalam jumlah waktu setiap pemancaran terakhir. Setiap protokol *IR* berbeda. Pada umumnya jumlah dari waktu setiap 38.5 kHz, sinyal terakhir mengirimkan pesan. Satu durasi mungkin mengindikasikan permulaan pesan, sementara yang lain mengindikasikan biner 1, dan yang lainnya mengindikasikan biner 0.

Pin keluaran *IR detector* mengirim suatu sinyal *low* ketika dia mendeteksi 38.5 kHz sinyal *IR*, dan suatu sinyal *high* ketika dia tidak mendeksi



38.5 kHz sinyal *IR*. Jadi, suatu sinyal rendah dari satu durasi mungkin mengindikasikan permulaan dari pesan, sementara yang lain mengindikasikan biner 1, dan yang lainnya mengindikasikan biner 0. Skema komunikasi ini disebut *pulse width modulation (PWM)*, karena dia digambarkan menentang waktu. Sinyal *high/low infra red detector* membentuk lebar pulsa yang berbeda untuk mencocokkan durasi mereka.



**Gambar 2.6** Penangan pesan *IR Remote*

### 3. METODE PENELITIAN

#### 3.1. Spesifikasi Alat (Robot)

*Source* : 7.2 V/ 1000 mAh untuk motor servo serta *Microcontroller* dan 9V/ 500 mAh untuk motor *DC* dan *HB-25*  
Dimensi (mm) : 732 X 536 X 436

Berat *forklift* : 4 Kg

Beban angkat maksimum : 2.5 Kg

Spesifikasi motor servo : Torsi = 3.4 Kg, Kecepatan putaran poros = 60 Rpm

Spesifikasi motor *DC* : Torsi = 5.2 Kg, Kecepatan putaran poros = 310 Rpm

#### 3.2. Perancangan Robot

##### 3.2.1. Prosedur Perancangan

Untuk melakukan pembuatan rancangan desain robot *forklift*

berpengendali *infra red remote control*, maka dilakukan beberapa langkah kerja dalam penyelesaiannya, langkah kerja tersebut terdiri dari penyiapan bahan dan alat. Sedangkan untuk langkah kerja setelah rancangan desain alat peraga selesai, maka dilakukan beberapa prosedur dalam pengujian robot untuk diambil datanya.

##### 3.2.2. Persiapan Bahan

Dalam penyelesaian pembuatan robot *forklift* berpengendali *infra red remote control* maka dibutuhkan beberapa bahan, yaitu terdapat pada Tabel 3.1.

**Tabel 3.1** Bahan-bahan yang diperlukan dalam pembuatan robot *forklift*

| No  | Bahan                   | Ukuran            | jumlah     |
|-----|-------------------------|-------------------|------------|
| 1.  | Akrilic                 | 1x1 meter         | 1 set      |
| 2.  | Alumnium batangan       | 6 meter           | 2 set      |
| 3.  | Lem lilin               |                   | 3 unit     |
| 4.  | Kabel Elektronika tipis | 2 meter           |            |
| 5   | Baut+mur+reng           | 1 mm, 2 mm & 4 mm | Secukupnya |
| 6.  | Baterai                 | AA                | 14 unit    |
| 7.  | Rak baterai             |                   | 2 unit     |
| 8.  | Roda                    | 10 cm             | 4 unit     |
| 9.  | Kerangka robot Boe-bot  |                   | 2 set      |
| 10. | Alumunium siku          | 1 meter           | 1 unit     |
| 11. | Kabel jumper            |                   | 1 unit     |
| 12. | Timah                   |                   | 1 roll     |
| 13. | <i>Double tip</i>       |                   | 1 roll     |
| 14. | Isolasi hitam           |                   | 1 roll     |
| 15. | Soket                   |                   | 1 set      |
| 16. | Bearing                 |                   | 1 unit     |
| 17. | Siku dinding            |                   | 1 set      |
| 18. | Fiber                   |                   | 1 unit     |
| 19. | Ulir daya+mur           | 12 mm             | 1 unit     |
| 20. | Pipa listrik            |                   | 1 unit     |
| 21. | Spidol                  |                   | 1 unit     |
| 22. | Gas                     |                   | 1 unit     |

##### 3.2.3. Persiapan Alat

Dalam membuat robot *forklift* berpengendali *infra red remote control*, maka dibutuhkan beberapa alat yang dibutuhkan saat pengerjaan berlangsung,



yaitu : Gerinda potong, Bor, Solder, Gergaji besi, Gunting, *Glue gun*, Mistar siku, Obeng, Tang, dan Silet.

Sedangkan alat yang digunakan pada saat pengujian robot, meliputi : *HB 25 motor driver*, *Board Education Rev.C*, *IR detector*, *Universal TV remote*, Motor DC, *IC Basic Stamp2*, Motor servo, *Toggle switch*, and *Resistor*.

### 3.2.4. Proses Pembuatan

Adapun proses pembuatan robot *forklift* ini dibagi menjadi 3 tahap, yaitu:

1. Tahap pembuatan *body* (kerangka dudukan)
2. Tahap pembuatan mekanisme pengungkit
3. Tahap pemasangan sensor, *microcontroller*, dan komponen elektronika lainnya.

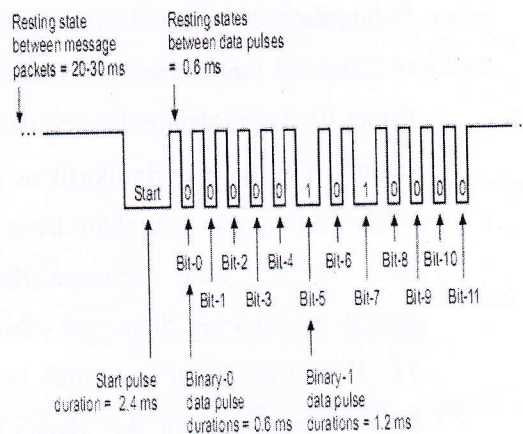
## 4. HASIL DAN PEMBAHASAN

### 4.1 Pengamatan terhadap Pengaruh Pulsa

Pengamatan terhadap pengaruh sinyal pulsa yang dipancarkan oleh suatu *universal remote* yang diterima oleh sensor *infra red detector* dilakukan dari data keluaran *Analog to Digital Converter* atau yang biasa disebut dengan *ADC*. Dari data *analog* tersebut diolah oleh *IC Basic Stamp 2* untuk dijadikan *output digital* berupa angka-angka pulsa. Lihat Gambar 4.1 berikut.

*Universal remote* mengirim pesan dengan memancarkan *LED IR* pada 38.5 kHz untuk periode singkat dari waktu. Data aktual diisi dalam jumlah

waktu setiap pemancaran terakhir. Setiap protokol *IR* berbeda. Pada umumnya jumlah dari waktu setiap 38.5 kHz, sinyal terakhir mengirimkan pesan. Satu durasi mungkin mengindikasikan permulaan pesan, sementara yang lain mengindikasikan biner 1, dan yang lainnya mengindikasikan biner 0.



Gambar 4.1 Diagram *ir message timing*

Pin keluaran *IR detector* mengirim suatu sinyal *low* ketika dia mendeteksi 38.5 kHz sinyal *IR*, dan suatu sinyal *high* ketika dia tidak mendeksi 38.5 kHz sinyal *IR*. Jadi, suatu sinyal rendah dari satu durasi mungkin mengindikasikan permulaan dari pesan, sementara yang lain mengindikasikan biner 1, dan yang lainnya mengindikasikan biner 0. Skema komunikasi ini disebut *Pulse Width Modulation (PWM)*, karena dia digambarkan menentang waktu. Sinyal *high/low IR detector* membentuk lebar pulsa yang berbeda untuk mencocokkan durasi mereka.

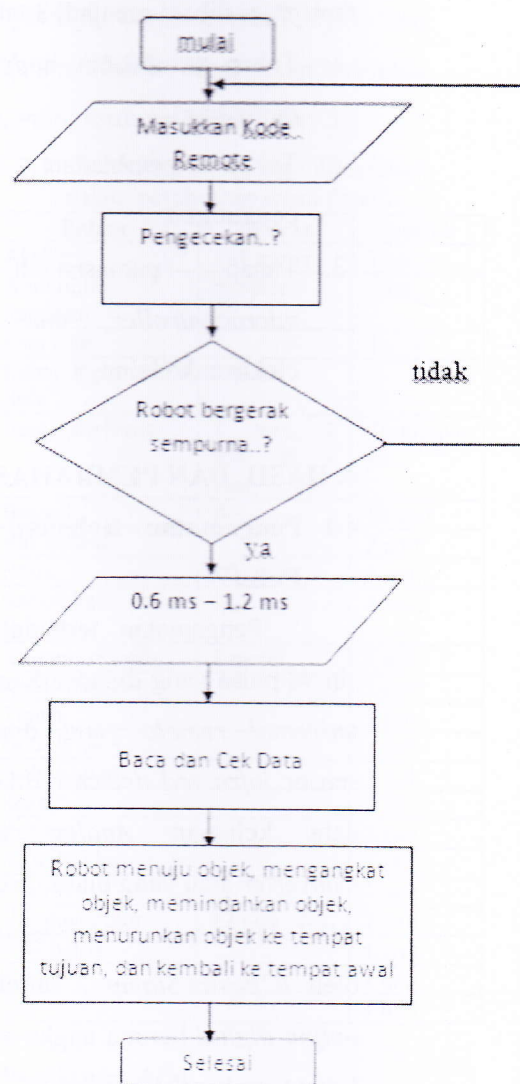
Pada contoh robot *forklift* ini dipercayakan pada protokol *universal*

*remote* dengan kontrol pengaturan dari *Sony Remote*. Protokol ini memancarkan *IR* 13 kali dengan selang setengah *ms* di antara setiap pulsa. Ini menghasilkan 13 pulsa negatif dari *ir detector*, bahwa *Basic Stamp* dengan mudah dapat mengukur. Pulsa pertama pada diagram 4.1 memulai pulsa dengan durasi 2.4 *ms*. Selanjutnya 12 pulsa akan berisi masing-masing 1.2 *ms* (biner 1) atau 0.6 *ms* (biner 0). Tujuh data pulsa pertama berisi pesan *IR* yang mengindikasikan tombol ditekan. Lima pulsa terakhir berisi suatu nilai biner yang menspesifikasikan apakah pesan yang dimaksud dikirim ke *TV*, *VCR*, *CD*, *DVDPlayer*, dan lain-lain. Pulsa ditransmisikan ke dalam *Least Significant Bit (LSB)* pesan pertama, sehingga pulsa data pertama adalah *bit 0*, selanjutnya pulsa data adalah *bit 1*, dan seterusnya. Jika kita menekan dan menahan suatu tombol pada *remote*, pesan yang sama akan dikirim setelah 20-30 *ms* istirahat. Artinya *ir detector* membutuhkan waktu untuk menyegarkan kembali pesan-pesan pulsa sekitar 20-30 *ms* agar pesan yang diterima *valid* atau tidak mengalami *error*.

Pada robot *forklift* ini, sinyal pulsa yang diterima cukup akurat. Apalagi jika *track* yang kita gunakan adalah *indoor* (dalam ruangan), karena pada pengujian *remote* sangat sensitif meskipun kita tidak mengarahkannya tepat pada posisi *ir detector*. Hal itu dikarenakan kemampuan sinyal infra merah yang dapat mantul pada zat padat,

selama masih dalam *range* 38,5 kHz. Sedangkan untuk *outdoor* (luar ruangan), sinyal pulsa yang diterima juga masih sensitif.

Berdasarkan hasil percobaan, didapatkan hasil, bahwa pada kondisi luar ruangan, *irremote* masih dapat digunakan dengan jarak maksimal 15 m dan pada kondisi dalam ruangan jarak maksimal 21 m.



**Gambar 4.2** Algoritma robot *forklift* berpengendali *infra redremote control*

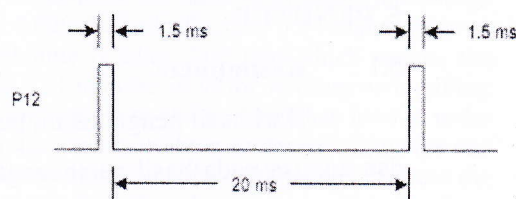


#### 4.2 Pengamatan Pengaruh *PWM* terhadap Performa Pergerakan Robot

Untuk pengamatan *PWM* terhadap performa pergerakan robot yaitu dengan mengatur kecepatan motor servo sebagai pengendali pergerakan dan mengatur kecepatan putar motor *DC* dengan *HB 25 motor driver* sebagai pengendali mekanisme pengungkit, serta banyaknya putaran atau lama berputar.

Berdasarkan algoritma di atas, maka dapat dijelaskan bahwa untuk memulai suatu skenario pemindahan barang atau objek, dilakukan pertama kali dengan memasukkan kode remote yang telah di-*setting* di program sebelumnya. Remote yang digunakan pada penelitian ini yaitu *universal remote* dengan *setting* remote Sony. Maka untuk mendapatkan mode remote Sony kita dapat memasukkan kode angka 3 digit, bisa 605, 041, 049, 005, 094, 106, 148, 237, 238, atau 239. Caranya yaitu tekan tombol *set-up* sampai lampu indikator menyala. Selanjutnya masukkan 3 angka tersebut secara bergantian yang ditandai dengan kedipan lampu indikator pada setiap penekanan tombol yang menandakan remote sedang menerima input kode. Jika sudah, maka dilakukan pengecekan terhadap pergerakan motor servo yang sudah *center* dan motor *DC* dengan memanipulasi pulsa atau yang biasa disebut dengan *Pulse Width Modulation (PWM)*. Di sini kita dapat mengatur kecepatan motor servo dengan

*range* pulsa keluaran 650 -750 atau 750 - 850 sesuai arah putaran yang diinginkan, dengan catatan *PULSOUT 650* dan *PULSOUT 850* merupakan *full speed* dari motorservo. Selanjutnya untuk pengaturan kecepatan lebih lanjut lagi dapat dilakukan dengan memanipulasi waktu jeda putaran atau *PAUSE*, semakin kecil waktu *PAUSE* yang diberikan maka semakin cepat putaran servo motor. Lihat Gambar 4.3 di bawah.



**Gambar 4.3** *Timing diagram* untuk memanipulasi pulsa

Pada Gambar 4.3 di atas, dapat dilihat dengan jelas bahwa terdapat waktu jeda 20 *ms* untuk melanjut ke pulsa berikutnya, hal ini dapat dimanipulasi lagi jika kita ingin memperlambat dan mempercepat putaran dengan memainkan jeda waktu atau *PAUSE*. Namun tiap catu daya yang berbeda tegangan ataupun arusnya, juga akan menyebabkan perbedaan kecepatan pada tiap nilai *PWM* yang sama. Begitu juga untuk pengendalian motor *DC* melalui *driverHB 25*. Dan untuk ketepatan pengendalian motor servo maupun motor *DC*, maka digunakanlah perintah *FOR...NEXT* pada algoritma pemrograman agar jumlah putaran atau lama putaran dapat ditentukan sesuai keinginan.



Setelah remote dapat berfungsi dan digunakan sebagai *controller*, maka pengecekan dirasa sudah cukup. Kemudian tahap selanjutnya yaitu mengendalikan robot *forklift* sesuai dengan tombol yang telah di-*setting* agar dapat menjalankan misi yang telah ditentukan. Keberhasilan misi juga tergantung pada *human* yang bertindak sebagai *operator*.

## 5. PENUTUP

### 5.1 Kesimpulan

Dari hasil pengamatan, pengujian dan analisa pada hasil perancangan yang dibuat dapat diperoleh beberapa kesimpulan sebagai berikut :

1. Robot *forklift* dengan pengendali *ir remote* dengan pengaturan Sony *TV* telah berhasil direalisasikan.
2. Transmisi yang didapat mempunyai jarak maksimum 15 meter pada *outdoor* (luar ruangan) dan 21 meter pada *indoor* (dalam ruangan).
3. Kapasitas beban angkat maksimum robot *forklift* adalah 2.5 Kg.

### 5.2 Saran

1. Dalam proses perancangan robot *forklift* ini, semua rangkaian yang dihubungkan dengan program harus benar-benar diperhatikan. Karena bila salah satu tidak terhubung maka robot tidak akan berjalan dengan sempurna atau bahkan tidak berjalan sama sekali.

2. Sebelum kita merancang sebuah robot *forklift* sebaiknya kita terlebih dahulu melakukan analisa yang mendalam, mulai dari perakitan rangka robot sampai sistem pemrogramannya. Hal ini bertujuan agar kita bisa tahu perancangan seperti apa yang harus dilakukan dan juga kita juga bisa menentukan seberapa berat material yang harus digunakan supaya jalan robot stabil.
3. Dalam penelitian ini menggunakan *microcontroller* yang sangat canggih dan banyak digunakan oleh industri-industri besar, bahkan NASA pun juga menggunakan *IC* ini, sehingga diperlukan penelitian lebih lanjut untuk keoptimalan *microcontroller* tersebut.

## DAFTAR PUSTAKA

- [1] Suhermin, Acep. 2012. **Analisis sistem gear pump pada unit Forklift Komatsu kapasitas 3 Ton.** Bandung : Universitas Pendidikan Indonesia.
- [2] Pitowarno, Endra. 2006. **Robotika: Desain, Kontrol, dan Kecerdasan Buatan.** Yogyakarta : Andi Offset.
- [3] [http://www.parallax.com/Roboticsv2\\_2.pdf](http://www.parallax.com/Roboticsv2_2.pdf).
- [4] <http://www.parallax.com/IRremoteAppKit.pdf>.
- [5] Sahin, Ferad dan Kachroo Pushkin. 2008. **Practical and Experimental Robotics.** USA: Taylor and Francis Group.